

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.
H03N 21/00

(11) 공개번호 특2000-0061157
(43) 공개일자 2000년10월16일

(21) 출원번호	10-1999-0010025
(22) 출원일자	1999년 03월 24일
(71) 출원인	현대자동차 주식회사 정몽규 서울특별시 중로구 계동 140-2
(72) 발명자	여정학
(74) 대리인	경기도용인시수지읍풍덕천리삼익아파트103동810호 송만호, 오원석

실시예: 있음

(54) 발명명칭

요약

차량의 야간 운행중 운전자의 졸음운전을 판단하기 위해 운전자의 눈을 감출하며 졸음운전을 판단하는 방법에 관한 것으로, 차량의 야간 운행시 운전자의 얼굴에 적외선을 투사한 후 CCD 카메라를 통해 운전자의 영상을 검출하고, 입력된 영상의 저주파 부분과 고주파 부분을 일정 기준값의 이상과 이하인 두 부분으로 단순하게 나누어 영상으로 출력한 후, 고주파 부분에 나타난 픽셀의 크기와 중심좌표를 구한 다음, 일정 기준보다 작은 픽셀의 크기를 나타낸 부분을 노이즈로 판단하여 제거하고, 처음 눈의 위치를 정한 후에는 과거 영상의 눈을 기준으로 현재의 눈을 추적하여, 눈의 위치에서 하안 부분이 계속해서 나타나지 않으면 위험한 상태로 간주, 경보를 울리게 된다.

상기와 같이 과거 영상의 눈을 기준으로 현재의 눈을 추적함으로써 전체 영상을 분석하는 것이 아니라 일정 영역만을 분석하게 됨으로써 영상을 실시간으로 처리할 수 있게 되어 차량 야간 운행시 졸음운전 경고 시스템의 신뢰성을 향상시킬 수 있는 판단방법을 제공할 수 있다.

도면

도 1

도 2

도 3

도 4

도 5

- 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 졸음운전 정보시스템의 개략적인 블록 구성도이다.
- 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 졸음 운전 판단방법을 나타내는 순서도이다.
- 도 3은 도 2의 이전화과정을 나타내는 순서도이다.
- 도 4는 도 2의 검출화과정을 나타내는 순서도이다.
- 도 5는 도 2의 검출화과정에서 '1'이 부여된 픽셀을 추적하는 방법도이다.
- 도 6은 도 2의 검출화과정에서 픽셀에 부여된 값을 조사하는 방법도.
- 도 7은 도 2의 노이즈 제거 과정을 나타내는 순서도이다.
- 도 8은 도 2의 눈 위치 설정과정을 나타내는 순서도이다.
- 도 9는 두 눈의 전체 조건을 만족하는 일실시예를 나타내는 도면이다.
- 도 10은 실시간으로 눈 위치를 추적하는 일실시예를 나타내는 도면이다.
- 도 11은 눈 추적 영역에서 눈동자의 개폐 상태를 판단하는 일실시예를 나타내는 도면이다.

도면의 상세한 설명

도면의 명칭

본 발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 자율운전 정보 시스템에 적용된 자율운전 판단방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 야간 운행 중 운전자의 졸음 및 개안 상태를 감출하여 자율운전을 판단하는 방법에 관한 것이다.

현대 사회에서 차량의 폭발적인 증가와 더불어 각종 교통사고에 의한 사망자도 증가하는 추세다. 이러한 교통사고 사망자를 최대한 줄이기 위하여 세계 각국은 ASV(advanced safety vehicle : 선진 안전 자동차) 개발에 많은 노력을 하고 있다.

ASV는 교통사고 사망자를 줄이는 차, 운전자의 피로를 덜어주는 차, 운전하기 쉬운 차로서 자동차의 안정성 향상과 보행자 보호를 위해 사고를 미리 방지하는 것을 그 기본 개념으로 하고 있다. 그리고 이러한 ASV에는 자율운전 정보 시스템, 야간 장애물 감지 시스템, 차의 위험 상태 정보 시스템 등이 적용되고 있다.

이 중 자율운전 정보 시스템은 CCD 카메라를 통해 입력되는 운전자의 상태 즉, 운전자의 눈 깜박임 등의 기동 상태에 대한 영상 신호와 운전자의 브레이크, 조향 스위치 등의 각종 조작화 스위치의 신호를 분석하여 자율운전을 판단한 뒤, 운전자에게 이를 정보하여 줌으로써 자율운전을 방해하여 안정된 차량운행을 할 수 있도록 한다.

전술한 바와 같이 자율운전 정보시스템에서 운전자의 자율운전을 판단하기 위해서도 운전자의 눈을 추적하는 것은 매우 중요한데 종래에는 운전자의 차량의 야간 운행시 운전자의 얼굴에 적외선을 투사한 후, CCD 카메라를 통해 운전자의 영상을 감출한다.

그 후, 상기 감출된 운전자의 영상을 처리하여 밝은 부분 중에서 화소의 개수가 적은 부분을 제거하고 남은 부분을 운전자의 눈 후보군으로 설정한 후 일정 임계값 사이에 있는 후보군을 운전자의 눈으로 확정한다.

운전자의 눈이 확정되면, 추적된 눈의 밝은 부분의 화소의 개수가 일정치 이하이면 운전자가 눈을 감고 있는 것으로 판정하고, 밝은 부분 화소의 개수가 일정치 이상이면 운전자가 눈을 뜨고 있는 것으로 판정하며, 추적된 눈의 밝은 부분 화소 개수가 일정치 이하가 되는 시간이 오래 동안 자주 발생하면 자율운전으로 판단한다.

그러나, 종래의 방법에 따르면 CCD카메라를 통하여 입력된 전체 영상영역을 추적해서 운전자의 자율 여부를 판단했으며, 이에 따라 처리해야 할 영상정보가 많아져 야간 운행시 실시간으로 자율운전판단의 신뢰도가 떨어지는 문제점이 있었다.

본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

따라서, 본 발명은 상기에서 설명한 문제점을 해결하기 위하여 안출한 것으로, 그 목적은 야간 운행 중 감출되는 운전자의 영상 신호를 실시간으로 처리하는데 있어 처리해야 할 영상영역을 줄임으로써 운전자의 자율운전을 정확하고 빠르게 판단하는 방법을 제공하기 위한 것이다.

본 발명의 구성 및 작용

상기의 목적을 실현하기 위하여 본 발명은, 적외선을 운전자의 얼굴에 비추어 CCD카메라로 입력된 영상을 '0'과 '1'의 신호로 변환하는 이진화 과정과, 상기 '1'의 신호를 여러 개의 군으로 묶는 군집화 과정과, 상기 군집화 과정에서 일정 기준치보다 작은 군을 제거하는 노이즈제거과정과, 상기 노이즈가 제거된 군들 중에서 눈의 위치를 설정하는 과정과, 눈의 위치가 설정되면 과거의 눈의 영상을 기준으로 현재에서 눈을 추적하는 과정과, 눈 위치를 검증하는 과정과, 눈개폐 판정과정을 거쳐 판정과정을 마침으로써 완성되는 것으로서 이하, 상기와 목적을 구체적으로 실현하기 위한 본 발명의 실시예를 첨부한 도면에 의거하여 상세히 설명한다.

도 1은 본 발명의 실시예에 따라 자율운전을 판단하는데 적용되는 자율운전 정보시스템의 구성도이다. 도 1에 도시한 바와 같이 자율운전 정보시스템은 적외선 램프(101)를 포함하는 CCD 카메라(100)와, 자율운전 판단부(102), 그리고 정보부(103)로 이루어진다.

상기 CCD 카메라(100)는 차량운행 중 CCD 카메라(100)에 내장된 적외선 램프(101)로부터 적외선을 방출하여 운전자의 거울 상태에 따라 반사되는 적외선을 입력받아 그에 따른 영상 신호를 출력하게 된다.

그리고, 자율운전 판단부(102)는 CCD 카메라(100)로부터 출력되는 운전자의 영상 신호를 분석하여 운전자의 눈을 감출하고, 감출된 눈의 위치를 과거 영상을 현재 눈의 위치의 영상과 비교함으로써 운전자의 자율 여부를 판단한다.

정보부(103)는 자율운전 판단부(102)로부터 운전자가 졸고 있다는 정보신호를 받은 경우, 운전자에게 경보를 출력함으로써 운전자의 자율운전을 방지한다.

도 2는 본 발명의 실시예에 의한 자율운전 판단방법의 흐름도이다.

도 2에 도시한 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 자율운전 판단방법은 먼저 적외선을 운전자의 얼굴에 비추고, 적외선이 운전자의 얼굴에 반사되어 CCD카메라로부터 출력되는 운전자의 얼굴에 대한 입력된 영상의 계조레벨을 기준으로 비교하여 '0'과 '1'의 신호로 변환하는 이진화 과정(Binarization)(S201)과, 상기 '1'의 신호를 여러 개의 군으로 묶는 군집화 과정(Clustering)(S202)과, 상기 군집화 과정에서 일정 기준치보다 작은 군을 제거하는 노이즈제거과정(S203)과, 상기 노이즈가 제거된 군들 중에서 눈의 위치를 설정하는 과정(S204)과, 눈의 위치가 설정되면 설정된 눈의 위치에 대한 과거의 영상을 기준으로 현재의 영상을 연속해서 추적하는 과정(S205)과, 눈 위치를 검증하는 과정(S206)과, 눈개폐 판정과정(S207)을 거쳐 판정과정을 마침게 된다(S208).

상기와 같은 순서로 동작하는 야간 눈 추적 알고리즘의 각 단계를 도면을 참조로 하여 더욱 자세히 설명한

다.

도3은 미진화과정(S201)을 나타내는 순서도이다.

상기 미진화 과정(S201)은 도3에서 보는 바와 같이 CCD 카메라(100)는 내장된 적외선 램프(101)로 적외선을 운전자의 얼굴에 투사한 후, 운전자의 거동 상태에 따라 반사된 적외선을 입력받아 운전자의 얼굴에 대한 영상 정보를 검출한다(S300).

이 때, 상기 검출된 영상 정보는 적외선이 반사되는 표면의 밝기에 따라, 각 픽셀마다 256단계의 계조 레벨(Gray Level)로 인식된다. 즉, 운전자의 얼굴에서 밝은 부분이나 반사가 잘 일어나는 눈부분은 높은 계조 레벨을 가지는 영상으로 나타내진다(S301).

그런 후, 상기 각 픽셀마다 영상 정보의 계조레벨이 소정의 기준값보다 큰 지, 작은지를 판단하여(S302), 계조 레벨이 소정값보다 큰 픽셀에는 '1'의 값을 부여하고(S303), 작은 경우에는 '0'의 값을 부여한다(S304). 이에 따라 각 픽셀마다 계조 레벨이 소정의 기준값보다 높은 값과 낮은 값으로 미진화한다.

미진화 과정(S201)이 끝나면, '1'의 값을 갖는 픽셀을 여러 개의 군으로 묶는 군집화 과정(Clustering)(S202)이 진행되는데, 이와 같은 군집화 과정을 도4에 도시하였다.

도4에 도시한 바와 같이, 군집화(Clustering)가 시작되면(S400), 상기 미진화된 영상정보를 읽어들이 '0' 혹은 '1'의 값이 부여된 각각의 픽셀을 조사하게 된다(S401).

그런데, 얼굴 표면 중 적외선의 반사가 잘 일어나는 부분 즉, 계조레벨이 큰 부분을 '1'의 값을 가지는 픽셀에 표현되므로 눈의 영역을 찾기 위하여 '1' 값을 가진 픽셀만을 찾게 된다.

따라서, 조사하는 픽셀이 '1'의 값을 가지면 다음 단계로 넘어가고 '0'의 값을 가지면 S401단계로 간다(S402).

상기 '1'의 값을 가진 픽셀만을 찾는 도중 도5에서 보는 바와 같이 최초의 '1'의 값을 갖는 픽셀을 만나게 되면, 그 주변의 픽셀을 조사하는 동시에 상기에서 찾아낸 픽셀의 수를 계속하여 카운트하는데(S403), 상기 주변의 픽셀을 조사하는 방법은 도6에서 보는 바와 같이, 8개의 이웃된 픽셀을 조사하여 추적하게 된다.

도5에서와 같이 추적을 계속하다 마지막 픽셀을 만나게 되면 군집화를 끝내고 상기에서 카운트된 마지막 수를 군의 크기로 인식하게 된다(S404).

상기에서와 같이 군집화과정이 끝나면(S202), 눈 이외의 안경 등에서 반사된 노이즈에 의한 군을 제거하기 위하여 각 군들의 크기를 소정의 기준치와 비교하여 노이즈를 제거하게 되는데(S203), 상기 노이즈 제거과정은 도7에서 보는 바와 같이, 노이즈 제거 알고리즘이 시작되면(S700), 상기 군집화 과정(S202)에서 조사된 각 군들의 크기를 읽어들이(S701) 군의 크기가 소정의 기준값 보다 큰지 작은지를 판단하게 된다(S702).

이 때, 군의 크기가 소정의 기준값(TH)보다 작으면 노이즈라고 판단하여 이 군을 제거하고(S703), 소정의 기준값(TH)보다 큰 경우에는 이 군들을 이용하여 눈의 위치를 설정한다(S704).

상기와 같이 노이즈가 제거되면 남아 있는 군들에서 눈의 위치를 설정하게 되는데(S204), 상기 눈 위치의 설정은 도8에서 보는 바와 같이 노이즈가 제거된 군들 중에서 눈의 위치를 설정하기 위한 과정이 시작되면(S800), 노이즈가 제거된 각 군들의 중심좌표를 읽어들이(S801).

그런 후에, 상기 군들의 중심좌표가 눈의 조건과 맞는지 판단하여(S802) 눈의 조건에 맞지 않으면 최초의 모드로 돌아가고(S803), 상기 군들의 중심좌표가 눈의 조건에 맞으면 두 눈의 위치를 설정한다(S804). 이 때 본 발명의 실시예에서는 '양 눈의 간격은 일정하다.'와 '양 눈은 수평하다.'라는 조건을 이용하여 여러 개의 노이즈가 제거된 군들 중에서 눈을 판별하게 된다. 이와 같이 두 눈의 위치가 설정되면 실시건으로 눈추적을 하게 된다(S805).

도9는 상기 S802에서 두 눈을 판별하는 조건을 만족하는 군을 찾는 일실시예를 도시한 것이다.

도9에서 도시한 바와 같이 3개의 군들이 형성되어 있는 경우, 눈의 조건에 맞는 군을 찾을 수가 있는데, 도9에서 두 눈을 판별하는 조건인 '양 눈의 간격은 일정하다.'와 '양 눈은 수평하다.'를 만족하는 군은 1번과 2번이라는 것을 알 수 있다.

상기에서와 같이 눈의 위치가 설정되면, 설정된 눈의 위치를 기준으로 하여 연속 눈추적(S205)을 하게 되는데 상기 연속 눈추적은 과거에 설정된 눈의 위치를 기준으로 하여 추적을 하게 되며, 도10은 실시간 눈추적의 하나의 실시예를 나타낸 것이다.

도10에 도시한 바와 같이 일단, 첫번째 프레임에서 처음 눈의 위치를 설정하면, 이후에는 과거 프레임의 눈의 위치를 기준으로 하여 눈추적을 하므로 눈추적 영역을 매우 작게 설정할 수 있어 정확하고 빠르게 눈의 위치를 판정할 수 있게 된다.

즉, 종래와 같이 CCD카메라(100)를 통하여 입력된 전체 영상영역을 처리하여 운전자의 눈의 개폐 판단을 하는 경우에는 처리해야 할 정보량이 많아 매 프레임마다 실시간으로 운전자 눈의 개폐판정의 신뢰성이 떨어지는 문제점이 있었으나, 본 발명의 실시예에 따르면 과거에 설정된 눈의 위치를 기준으로 현재의 눈의 영역을 추적함으로써 눈추적 영역을 매우 작게 설정할 수 있고, 이에 따라 처리해야 할 정보량이 적다는 장점이 있다.

상기와 같이 연속적으로 눈을 추적하면 눈의 위치가 계속해서 변하게 되므로 도2의 S206단계에서 눈위치를 검출하게 된다.

눈 위치를 검출한 다음에는 도2의 S207단계에서 눈개폐 판정을 하게 되는데, 도11은 상기와 같은 눈개폐판정의 일실시예를 나타낸 것으로 눈추적 영역 안에 하안 부분이 나타나면 눈동자가 열려 있는 상태라고

판단하고, 하안 부분이 나타나지 않으면 눈동자가 잠긴 상태라고 판단하게 된다.

그리고, 장시간 하안 부분이 검출되지 않으면 운전자가 졸음운전을 하고 있다고 판단하여 졸음운전 판단부(102)는 경보부(103)를 통하여 경보를 출력하게 된다.

이때, 본 발명의 실시예에 따르면, 도11에서 하안 부분이 검출되지 않는 시간을 졸음정도(sleepratio)로 수치화하여 눈을 감을 경우 졸음정도를 증가시키고, 눈을 열 경우는 감소시킴으로써 단순한 눈 감박입에 는 경보를 해제하고 장시간 눈이 감겨있는 상황에는 경보를 출력하는데 이 때, 졸음정도의 수치화는 때 프레임마다 이루어진다.

이와 같은 졸음정도의 계산은 아래의 수칙식에 따라 계산된다.

$$@w SleepRatio = Old SleepRatio + 0.95 - 0.05 \text{ (눈이 감겨 있는 경우)}$$

$$New SleepRatio = Old SleepRatio \times 0.95 \text{ (눈이 열려 있는 경우)}$$

따라서, 상기의 SleepRatio가 졸음경보 지수보다 크게 될 경우는 졸음으로 판단하여 경보를 출력게 된다.

영상의 영상

상기에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 따르면 눈 추적 영역을 과거에 설정된 눈의 위치를 기준으로 현재의 눈 추적 영역을 설정함으로써 분석해야 하는 영역을 좁힐 수 있고, 이에 따라 처리해야 할 영상 정보량을 줄일 수 있게 됨에 따라 영상을 실시간으로 빠르게 처리하며 차량 마다 운행시 졸음운전 판단 및 졸음운전 경보 시스템의 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

운전자의 영상을 다수의 픽셀형태로 검출하는 단계와,

상기 검출된 픽셀마다 그의 계조레벨이 소정값보다 큰 지를 판단하여 큰 경우에는 '1'값을 부여하고, 작은 경우에는 '0'값을 부여하여 이진화하는 단계와,

상기 이진화된 영상정보 중, '1'값을 부여받은 인접한 개개의 픽셀들을 서로 하나의 값으로 묶는 군집화 단계와,

상기 군집에서 눈의 위치를 정하는 단계와,

상기 단계들을 거쳐 정한 과거 영상의 눈물 기준으로 현재의 눈을 추적하는 실시간 눈추적단계와,

눈을 추적하면서 눈위치를 검증하는 단계와,

눈 추적 영역의 눈동자에 해당하는 하안 부분의 유무와 시간으로 운전자의 졸음을 판정하여 경보가 출력는 단계와 졸음단계를 특징으로 하는 졸음운전 판단방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 눈의 위치를 정하는 단계는

상기 군집의 픽셀수가 소정의 기준값 이하이면 노이즈로 판단하여 그 군을 제거하는 단계와,

상기 노이즈가 제거된 군들에서 눈의 조건에 맞는 군을 찾아 내어 눈의 위치를 정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 졸음운전 판단방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 영상 정보를 이진화하는 단계는

상기 입력된 영상 정보를 256단계의 계조레벨로 인식하는 단계와,

상기 영상 정보의 계조레벨이 소정의 기준값보다 큰 지, 작은지를 판단하는 단계와,

만약 크다면 그 픽셀에는 '1'의 값이 주어지는 단계와,

그렇지 않고 작을 경우 '0'의 값이 주어지는 단계로 진행되는 것을 특징으로 하는 졸음운전 판단방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 군집화단계는

이진화된 영상정보를 읽어들이어 '0' 혹은 '1'의 값이 부여된 각각의 픽셀을 조사하는 단계와,

'1'의 값을 가지는 픽셀만을 찾는 단계와,

'1'의 값을 갖는 픽셀을 군으로 묶으면서 픽셀의 수를 카운트하는 단계와,

상기에서 카운트된 마지막 수를 군의 크기로 인식하는 단계로 진행되는 것을 특징으로 하는 졸음운전 판단방법.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 '1'의 값을 갖는 픽셀을 군으로 묶으면서 픽셀의 수를 카운트하는 단계는 이진화된

영상정보를 읽어들이 '0' 혹은 '1'의 값이 부여된 각각의 픽셀을 조사하는 과정 중 최초의 '1'의 값을 갖는 픽셀을 만나게 되면 상기 픽셀을 기준으로 8개의 이웃된 픽셀을 조사, 추적하면서 찾아낸 픽셀의 수를 계속하여 카운트하고, 추적을 계속하다 마지막 픽셀을 만나게 되면 군형성을 끝내고 상기에서 카운트된 마지막 수를 군의 크기로 인식하는 것을 특징으로 하는 홀몸은진 판단방법,

청구항 6

제2항에 있어서, 상기 노이즈 제거단계는

군들의 크기를 읽어들이는 단계와,

상기 군의 크기가 소정의 기준값 보다 큰지 작은지 판단하는 단계와,

상기 군의 크기가 소정의 기준값보다 작으며 노이즈라고 판단하여 제거하는 단계로 이루어지는 것을 특징으로 하는 홀몸은진 판단방법,

청구항 7

제2항에 있어서, 상기 눈위치 설정단계는

노이즈가 제거된 각 군들의 중심좌표를 읽어들이는 단계와,

상기 군들의 중심좌표가 눈의 조건과 맞는지 판단을 하는 단계와,

눈의 조건에 맞지 않으면, 최초의 모드로 돌아가는 단계와,

상기 군들의 중심좌표가 눈의 조건에 맞으면 두 눈의 위치를 설정하는 단계로 이루어지는 것을 특징으로 하는 홀몸은진 판단방법,

청구항 8

제6항에 있어서, 상기 눈의 조건은 '양 눈의 간격은 일정하다.'와 '양 눈은 수평하다.'로 하여 눈의 위치를 설정하는 것을 특징으로 하는 홀몸은진 판단방법,

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 실시간 눈추적 단계는 처음 눈을 찾고 난 후에 과거 영상의 눈의 위치를 기준으로 현재의 눈을 추적함으로써 눈추적 영역을 작게 설정하여 눈의 위치를 파악하는 것을 특징으로 하는 홀몸은진 판단방법,

청구항 10

제9항에 있어서, 눈추적 영역에 하안 부분이 계속해서 나타나지 않을 경우 경보를 울리는 것을 특징으로 하는 홀몸은진 판단방법,

청구항 11

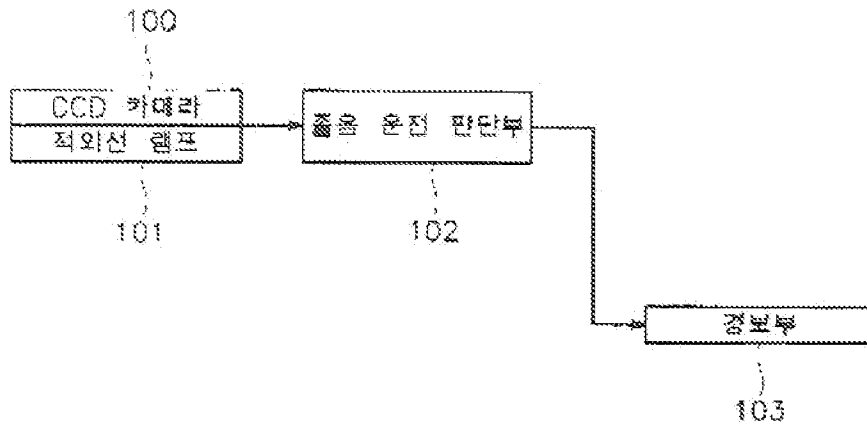
제1항에 있어서, 상기 단계별 판정단계는 졸음 정도를 수치화하여 눈을 감을 경우 증가시키고, 눈을 뜰 경우 감소시켜 단순한 논집작업에는 경보를 해제하고 장시간 눈이 감긴 경우에 경보를 발생시키는 것을 특징으로 하는 홀몸은진 판단방법,

청구항 12

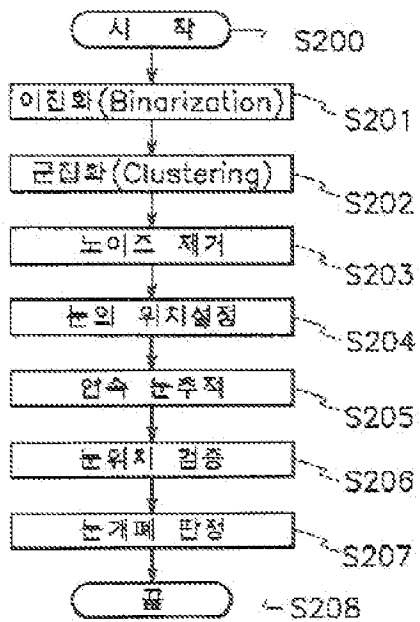
제10항에 있어서, 상기 졸음정도의 수치화는 눈이 감겨 있을 경우 $New SleepRatio = Old SleepRatio \times 0.95 + 0.05$ 로, 눈이 열려 있을 경우에는 $New SleepRatio = Old SleepRatio \times 0.95$ 로 하여 졸음정도가 졸음경보지수보다 높을 경우 졸음경보를 발생시키는 것을 특징으로 하는 홀몸은진 판단방법,

도 19

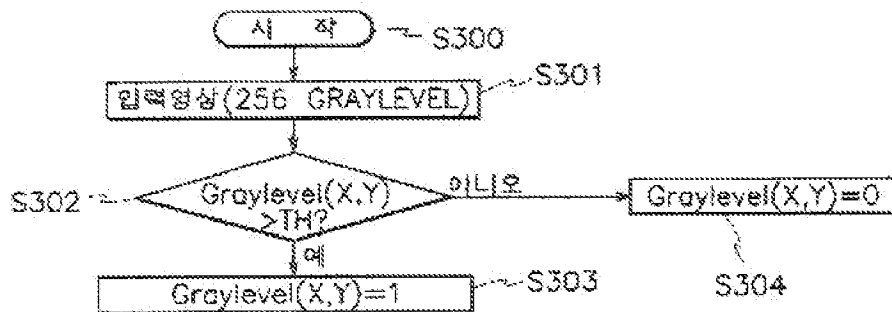
도 91



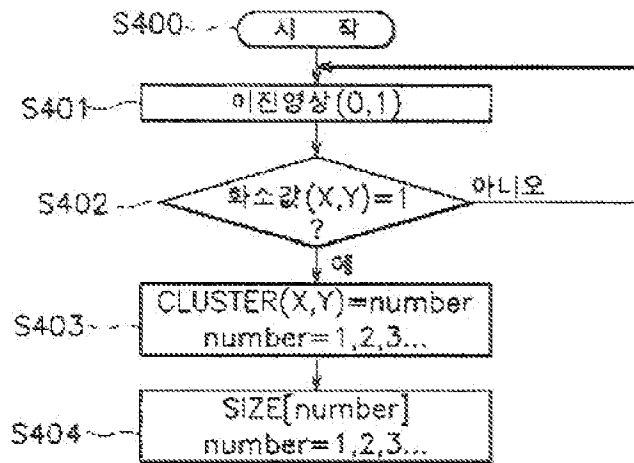
도 92



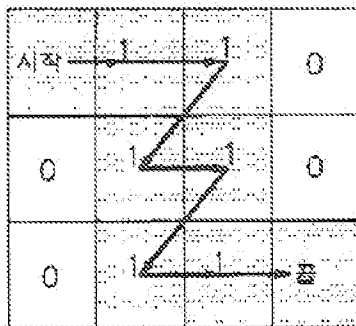
도 93



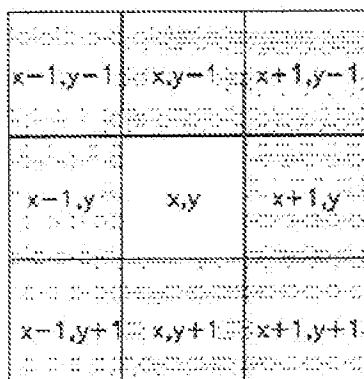
도 84



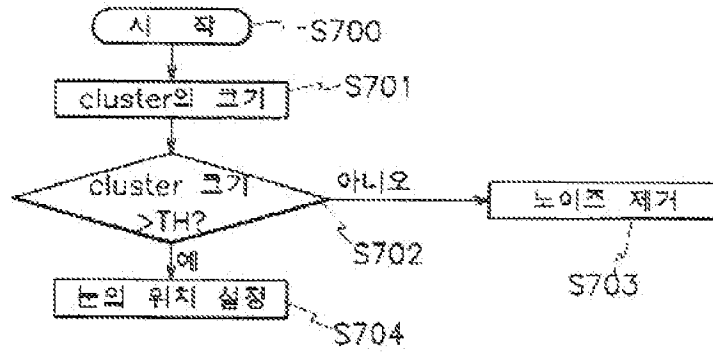
도 85



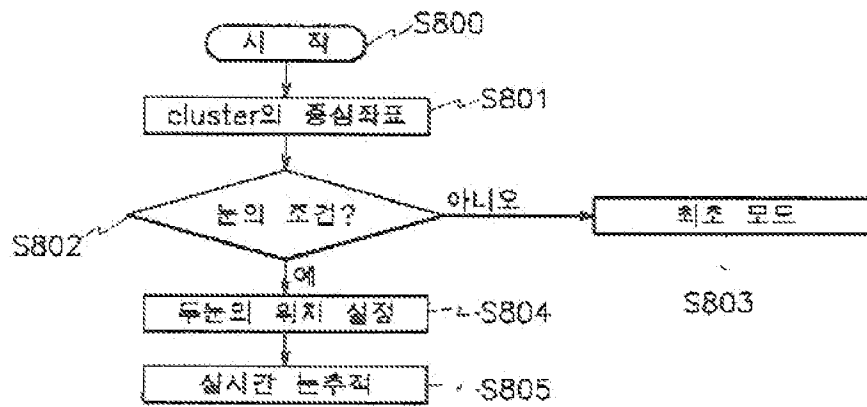
도 86



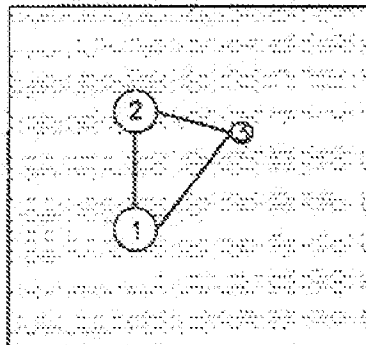
도면7



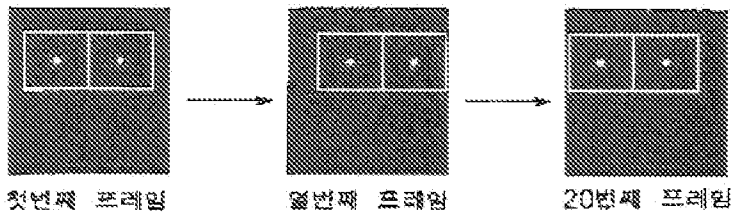
도면8



도면9



도면 10



도면 11

